

УДК 691.3

Е.С.СКРИПНИК, С.М.ЗОЛОТОВ, канд. техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ИЗМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ ЭНЕРГИИ В СВЯЗУЮЩЕМ АКРИЛОВОЙ КОМПОЗИЦИИ

Рассматривается модель расчета поверхностной энергии связующего как гетерогенной коллоидной системы. Обоснованы основные критерии, имеющие принципиальное значение для расчета.

Розглядається модель розрахунку поверхневої енергії зв'язуючого як гетерогенної колоїдної системи. Обґрунтовано основні критерії, які мають принципіальне значення для розрахунку.

A model of calculating the surface energy of the binder as a heterogeneous colloidal systems is considered in paper. Substantiate the basic criteria of fundamental relevance for the calculation.

Ключевые слова: поверхностная энергия, поверхностное натяжение, акриловый клей, компаунд, связующее.

Среди конструкционных клеев, которые используются в строительстве для ремонта и реконструкции железобетонных сооружений широкое применение получили акриловые клеевые композиции [1-3]. Их высокая прочность и способность быстро отверждаться при температуре наружного воздуха без дополнительных технологических условий обеспечивает им преимущество в сравнении с эпоксидными и полиуретановыми клеями.

Важность прогнозирования адгезионных и когезионных свойств в целом для клеевой композиции, приводят к необходимости исследования поверхностных явлений [4-6]. В состав акрилового клея входят такие основные составляющие, как связующее и наполнитель. Связующее подобно матрице, в основном, предопределяет свойства клея в дальнейшем. В его качестве применяется двухкомпонентный акриловый компаунд холодного отверждения типа порошок (полимер) – жидкость (отвердитель). Порошковая полимерная часть представляет собой суспензионный полиметилметакрилат (ПММА), содержащий инициатор 2,0% пероксида бензоила, а жидкая мономерная часть (отвердитель) состоит из метилметакрилата (ММА), дополнительно содержащая активатор (3,0% диметиланилина) и ингибитор (0,02% гидрохинол).

Формирование полимерной смеси компаунда является типичным процессом образования двухфазной коллоидной гетерогенной системы, одна фаза которой раздроблена (полимер), а вторая непрерывна (отвердитель), то межфазные явления на границе раздела двух фаз

играют важную роль. При этом, фазой называют совокупности частей, тождественных по составу, физическим и химическим свойствам и отделенных от других частей системы поверхностью раздела.

Отсутствие фундаментальной связи между условиями образования и разрушением адгезионных соединений [7] может быть объяснено в известной мере многочисленностью факторов, влияющих на адгезию полимеров. Влияние каждого из этих факторов детально пока не установлено.

Однако существуют специфические отличия полимерных смесей как гетерогенных коллоидных систем от рассматриваемых классической коллоидной химии. Это – образование переходного (межфазного) слоя между компонентами, являющееся результатом действия ряда термодинамических и кинетических факторов. Такой межфазный слой во многом определяет физико-химические и механические свойства смесей.

В связи с этим применение термодинамических расчетов при рассмотрении физической картины явлений, происходящих на границе раздела фаз, открывает широкие возможности для оценки адгезии и когезии [8].

Рассмотрим некоторые важные термодинамические понятия. Свободная поверхностная энергия ПЭ (γ), или поверхностное натяжение ПН (σ), – одна из основных энергетических характеристик любого вещества. Так как всякая поверхность, отделяющая одну фазу от другой, всегда резко отличается от вещества в массе, прежде всего большим запасом энергии, т.е. удельная поверхностная энергия – это избыток свободной энергии в поверхностном слое клея, отнесенный к единице ее поверхности и обусловленный различием межмолекулярных взаимодействий в обеих фазах. Тогда как поверхностное натяжение является следствием проявления межмолекулярных сил, и его величина обусловлена притяжением материала в объеме к поверхностному слою, что приводит к снижению числа молекул в последнем и увеличению расстояния между ними [9]. Существует и другое определение свободной поверхностной энергии. В этом случае пользуются понятием о поверхностном натяжении как о силе, направленной в сторону уменьшения поверхности раздела и действующей в плоскости, касательной к этой поверхности. В соответствии с этими определениями поверхностное натяжение имеет два выражения – энергетическое (работа/площадь) и силовое (сила/длина) и измеряется в эрг/см² или дин/см, а в международной системе единиц СИ соответственно Дж/м² и Н/м [10].

Следует также учитывать, что в процессе образования адгезионного соединения происходит полимеризация исходной жидкости, что сказывается на величине поверхностного натяжения. Очевидно, для оценки адгезии полимеров, отвержденных на твердой поверхности, необходимо использовать понятия свободной поверхностной энергии. Отсюда ясна неправомотность перенесения данных по адгезии исходных жидкостей на адгезию отвержденных полимеров.

Твердые тела разделяют на две условные группы, отличающиеся способностью смачиваться. Поверхности с высокой поверхностной энергией ($\gamma \geq 500$ дин/см), имеющие наиболее прочные связи между структурными элементами смачиваются полностью почти всеми чистыми жидкостями, т.е. краевой угол смачивания для них приближенно равен нулю. Поверхности с низкой энергией ($\gamma \leq 100$ дин/см) не смачиваются полностью, к таким материалам относятся все полимеры и органические тела. Поэтому определение поверхностной энергии связующего имеет ключевое значение в рассмотрении системы клей-субстрат, кроме того термодинамические соотношения справедливы для любого агрегатного состояния, значит можно рассчитать поверхностную энергию для связующего. Для определения γ исследуемого связующего были приняты следующие составы (таблица).

Состав акрилового компаунда

Номер состава	Количество полимера, %	Количество отвердителя, %
1	30	70
2	40	60
3	50	50
4	60	40
5	70	30

В соответствии с существующим методом Гиббса, для двухфазной системы вместо реального поверхностного слоя была введена гипотетическая разделяющая поверхность, расположенная перпендикулярно градиенту плотности. При этом свойства объемных фаз вплоть до разделяющей поверхности остаются неизменными, а на разделяющей поверхности меняются скачком. На рис.1 схематически изображена плотность «реальной» двухфазной системы, где n соответствует числу молекул одной фазы. Для удобства принимается, что плотность в переходном слое изменяется линейно с толщиной.

Таким образом, можно предположить, что значение ПЭ компаунда изменяется в соответствии с соотношением его составляющих:

метилметакрилата $\gamma = 24,2$ дин/см и полиметилметакрилата $\gamma = 41,8$ дин/см [11]. А так как свойства изменяются линейно, то представляется возможным определение ПЭ для каждого из составов (рис.2).

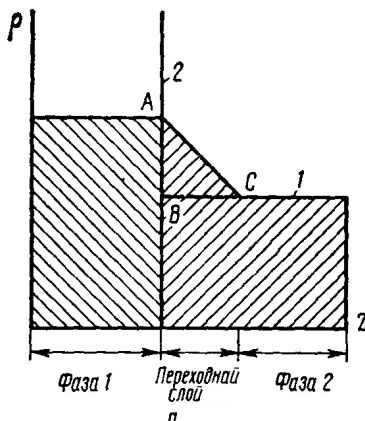


Рис.1 – Модель двухфазной системы по Гиббсу:
1 – «реальная» плотность системы; 2 – разделяющая поверхность.

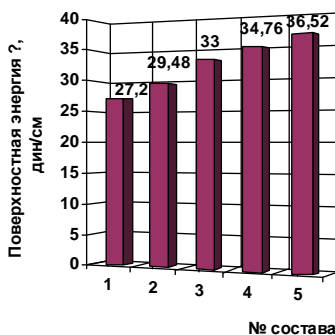


Рис.2 – Изменение поверхностной энергии в составах компаунда

Полученные значения ПЭ в дальнейшем позволяют определить работу адгезии и когезии компаунда. Предложенная модель ПЭ допускает также возможность расчета наполненной клеевой композиции.

1.Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Склеивание старого бетона с новым // Комунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.42. – К.: Техніка, 2002. – С.92-98.

2.Шутенко Л.М., Золотов М.С., Скляр В.О., Золотов С.М. та інш. Кріплення технологічного обладнання і металевих конструкцій до фундаменту та безпека праці. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 280 с.

- 3.Шутенко Л.М., Золотов М.С., Скляр В.О., Золотова Н.М. Анкерні болти: конструкції, розрахунок, проектування, технологія влаштування. – Харків: ХНАМГ, 2010. – 204 с.
- 4.Скрипник Е.С., Золотов С.М. Влияние состава компаунда акрилового клея на его адгезионные свойства // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.95. – К.: Техніка, 2010. – С.445-450.
- 5.Поциус А.В. Клеи, адгезия технология склеивания: Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2007. – 376 с.
- 6.Вильнав Ж.-Ж. Клеевые соединения: Пер. с фр. – М.: Техносфера, 2007. – 384 с.
- 7.Липатов Ю.С. Физико-химия наполненных полимеров. – К.: Наук. думка, 1967. – 234 с.
- 8.Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. – М.: Химия, 1974. – 392 с.
- 9.Липатов Ю.С. Межфазные явления в полимерах. – К.: Наук. думка, 1980. – 260 с.
- 10.Скрипник Е.С., Золотов С.М. Поверхностное натяжение в системе энергетических характеристик акриловых клеев // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.97. – К.: Техніка, 2011. – С.66-73.
- 11.Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. – М.: Химия, 1974. – 392 с.
- 12.Accu dyne test [Electronic resource] / Diversified Enterprises, Claremont. NH -2009 // Access: http://www.accudynetest.com/liquid_attributes.html, free. – Title from screen.

Получено 25.04.2011

УДК 560.178

Ю.В.ГЛАЗУНОВ, канд. техн. наук

Украинская государственная академия железнодорожного транспорта, г. Харьков

КОНСТРУКЦИИ ИЗ СТАЛЬНЫХ ОБОЛОЧЕК, ЗАПОЛНЕННЫХ БЕТОНОМ

Приведены теоретические и экспериментальные исследования сталебетонных конструкций при разных способах приложения продольной нагрузки, показана технико-экономическая эффективность применения этих конструкций в сравнении со стальными и железобетонными конструктивными элементами.

Наведено теоретичні й експериментальні дослідження сталебетонних конструкцій при різних способах поздовжнього навантаження, показано техніко-економічну ефективність застосування цих конструкцій порівняно зі сталевими і залізобетонними конструктивними елементами.

A method of strength calculation of rectangular section of steel-concrete columns depending on the process of longitudinal loading has been developed. Theoretical and experimental data have been compared. Cite experiment and theoretical investigation steel concrete constructions depending on the process of longitudinal loading has been developed and method their calculation. There was executed the experimental and theoretical researches of the steel-concrete elements, working by center compression.

Ключевые слова: сталебетон, сталебетонный элемент, осевое сжатие, изгиб, внешнее армирование, бетонное ядро, стальная оболочка.

Сталебетонный конструктивный элемент является комплексной конструкцией, состоящей из стальной оболочки и бетонного ядра, работающих совместно. Такая конструкция обладает многими положи-